

## A trágyázás környezetvédelmi összefüggései csernozjom talajon

PEPÓ PÉTER

Agrártudományi Egyetem, Növénytermesztési és Földműveléstani Tanszék, Debrecen

### Bevezetés

Az 1960-as évektől az 1980-as évek végéig a gabonafélék (búza, kukorica stb.) termésátlagának növekedése rendkívül dinamikus, a nyugat-európai és észak-amerikai országokkal összehasonlítva is kiemelkedő ütemű volt Magyarországon. Ez a termésnövekedés alapvetően mennyiségi szemléletű volt, elsősorban ipari eredetű anyagok és energiák mind nagyobb mértékű használatára alapozódott. Ennek a fejlődésnek az eredményeként az elmúlt 30-40 évben a fejlett országok mezőgazdasága (ide sorolható az elmúlt 10-15 év eredményei alapján hazánk is) egyre inkább intenzívebbé vált, melyet a gépesítés, az energia és kemikáliák kiterjedt használata jellemzett. Bár ez a látványos termésátlag-növekedés jelentős mértékben növelte az előállított termésmennyiséget, bizonyos - számos esetben kedvezőtlen - mellékhatásokat is eredményezett környezeti és társadalmi vonatkozásban egyaránt. E mennyiségi növekedés következményeként romlott a növénytermelés biológiai, agronómiai és ökonómiai hatékonysága.

A hazai gabonatermesztés elmúlt három évtizedben tapasztalt termésátlag-növekedésének egyik meghatározó elemét a műtrágya-felhasználás ugrásszerű növekedése jelentette. Az 1960-1980-as évek között a gabonafélék országos termésátlaga 2,5-3-szorosára növekedett, miközben a műtrágya-felhasználásunk 2000 %-kal nőtt (15 kg/ha-ról 300 kg/ha NPK-műtrágya-felhasználásra). Ugyanakkor az elmúlt néhány évben a gazdasági körülmények rendkívüli romlása miatt a hazai műtrágya-felhasználás mintegy tizedére esett vissza, mely átlag igen nagy szóródást takar.

Talajvédelmi, környezetvédelmi szempontból a műtrágya-felhasználás (különösen az országos átlag) önmagában kevéssé használható mutató. A felhasznált műtrágya szükséges ill. optimális mennyiségét (különösen a mobilis nitrogén esetében) számos agroökológiai, termesztéstechnológiai és biológiai tényező együttesen, interaktív módon befolyásolja.

Kiemelkedően fontos hangsúlyozni azt, hogy a termesztett növény tápanyag-igényéhez, felvételi dinamikájához, a fajta/hibrid genetikai-biológiai tulajdonságaihoz, a termesztés egyéb agrotechnikai feltételeihez igazodó, az ökológiai feltételeket (talajtulajdonságok, időjárási tényezők) figyelembe vevő szakszerű műtrágyahasználat hatékonyan szolgálja a talaj- és környezetvédelmet is.

A rendszeresen visszapótlásra kerülő tápelemek közül a nitrogén adagjának meghatározása, tenyészidőbeli átalakulásának prognosztizálása, a felvehetőség mértékének megállapítása jelenti a legnehezebb problémát. A kijuttatott nitrogén hasznosulása igen tág értékek között (30-70 %) változhat.

A talaj szerves N-tartalmának meghatározásával nyomon követhetjük az aktuális N-koncentráció változását (SMITH, 1975), ill. a N-mozgást prognosztizálhatjuk az ökológiai (klíma, talaj stb.) tényezők ismeretében (BURNS, 1977). A N-hasznosítást és -kimosódást jelentős mértékben befolyásolja a csapadék mennyisége és az öntözés (TAYNOR, 1980; LAHKY, 1984; HERBST & STUMPE, 1984). KONOVALOV (1988) a különböző talajszintekben való nitrogén-felhalmozódás és a műtrágyázás között összefüggést tapasztalt, a műtrágyamennyiség és a felhalmozódás mértéke között azonban nem volt szoros összefüggés. A N-felhalmozódás a talaj felső egy méteres rétegére korlátozódott. BERGSTRÖM & BRINK (1986) vizsgálatai szerint a 100 kg/ha mennyiségig adagolt N-trágya esetében a kilúgozott nitrogén mennyisége mérsékelt volt, nagyobb trágyaadagok alkalmazása esetén már szignifikánsan nőtt a kilúgozás mértéke. HERBST & STUMPE (1984) vizsgálatai szerint a műtrágya-N 43 %-a mosódott le a talaj felső 0-60 cm-es rétegéből, míg a 0-100 cm-es rétegből ez a veszteség csak 20 % volt. DAMASKA (1985) liziméteres kísérleteiben a nitrogénvesztés 13-14 %-nak találta. A kijuttatott N-műtrágyák hasznosulása és a talaj nedvességgészlete között szoros összefüggés állapítható meg (STRONG & COOPER, 1980; AKEN-TEVA, 1982).

LOCH & JÁSZBERÉNYI (1987) a felső 0-100 cm-es talajszelvényt vizsgálva megállapította, hogy öntözés nélkül a nitrát megoszlása közel egyenletes volt a talajszelvényben, míg öntözés esetén 50-60 cm-es rétegben alakult ki a maximum.

A foszfor és kálium lényegesen kisebb talajbeli mobilitású növényi tápelemek, azok akkumulációja a felső, művelt talajrétegben tapasztalható (LOCH, 1982).

### Anyag és módszer

Több mint tízéves trágyázási tartamkísérletben vizsgáljuk különböző műtrágyaadagok mészlepedékes csernozjom talajra gyakorolt hatását. A kísérletben alkalmazott műtrágyakezelések: Ø: -; 1. 60 kg N, 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 53 kg K<sub>2</sub>O/ha; 2. 120 kg N, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 106 kg K<sub>2</sub>O/ha; 3. 180 kg N, 135 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 159 kg K<sub>2</sub>O/ha; 4. 240 kg N, 180 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 212 kg K<sub>2</sub>O/ha; 5. 300 kg N, 225 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 265 kg K<sub>2</sub>O/ha.

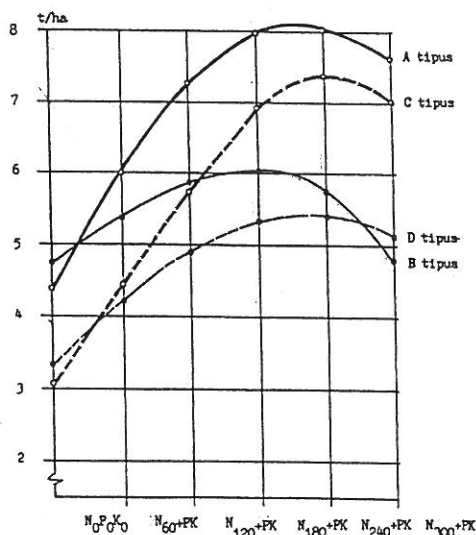
A talajmintavételeket a vegetációs periódus (őszi búza) különböző fázisaiban végeztük el, 20 cm-es talajrétegenként 0-100 ill. 0-200 cm talajszelvényekben. A mintavételek 4 ismételtsben történtek, a mintákat a DATE Központi Laboratóriumában dolgozták fel.

A talaj  $\text{NO}_3$ -tartalmának meghatározása a TVG talajvizsgáló laboratóriumok módszerkönyve alapján történt, a foszfortartalmat Contiflo-sorral, míg a káliumtartalmat lángfotometriásan határoztuk meg.

### Eredmények és értékelésük

Több mint egy évtizedes tartamkísérleteink eredményei azt bizonyították, hogy a kalászos gabonáknál (elsősorban őszi búzánál) az agronómiailag és ökonómiailag effektív trágyaadag nagyságát, a trágyázás hatékonyságát a biológiai (genotípus), ökológiai (időjárás, talaj) és termesztéstechnológia (elővetemény, öntözés stb.) tényezők külön-külön és interaktív módon befolyásolják. Az őszi búza tápanyagigényéhez és tápanyagfelvételi dinamikájához igazodó trágyázás nemcsak hatékony és gazdaságos, hanem - elsősorban a nitrogén vonatkozásában - környezetvédelmi szempontból is kedvező.

Jelentős különbségeket állapítottunk meg az őszi búzafajták természetes tápanyag-hasznosító képességében, az optimális trágya (elsősorban N) igényében, a trágyázás hatékonyságában (1. ábra). Ez a hazai és nemzetközi viszonylatban is új trágyareakció-típusok ismerete lehetőséget nyújt arra, hogy kevesebb műtrágyahasználattal is megfelelő terméseredményt realizáljunk (A és B fajtatípusok), aminek következtében a talajterhelés csökkenthető, a környezetszennye-



1. ábra

Őszi búzafajták típusai trágyareakcióiuk alapján

zési veszély mérsékelhető. Kísérleti eredményeink azt is bizonyították, hogy az őszi búzafajták nitrogénigényében meglévő különbségek kedvezőtlen ökológiai és agrotechnikai feltételek mellett jelentkeztek elsősorban.

Az eltérő genotípusú fajták nitrogén optimum intervallumának szélessége kedvezőtlen évjáratokban 68-84 kg N/ha, míg kedvező vegetációs periódusban 24-46 kg N/ha között ingadozott (1. táblázat).

1. táblázat

Eltérő genotípusú őszi búzafajták regresszió-analízissel megállapított nitrogén optimumai (elővetemény: csemegekukorica)

Fajta	1987		1989	
	Agrobio- lógiai optimum, kg/ha	Ökonó- miai optimum, kg/ha	Agrobio- lógiai optimum, kg/ha	Ökonó- miai optimum, kg/ha
GK Öthalom	240	124	195	127
GK Zombor	221	106	196	140
Mv 15	207	121	193	120
Jubilejnaja 50	180	56	172	94
Optimum-inter- vallum szélessége	84	68	24	46

Környezetvédelmi szempontból a rendszeres visszapótlást igénylő elemek közül legkritikusabb a nitrogén. A N-trágyázás környezetvédelmi aspektusai egyre fontosabbá váltak napjainkban, ugyanis a növény optimum igényét meghaladó N-trágyázás, a nem szakszerű kijuttatás, súlyos környezetszennyezést jelenthet a talajban és a talajvízben.

Kísérleti eredményeink azt bizonyították, hogy csernozjom talajon a természetes N-feltáródási, mineralizációs folyamatokat az őszi-téli hónapok időjárása jelentősen befolyásolta az őszi búza vegetációs periódusa során. Ennél jelentősebb, az előzőekben említett természetes feltáródási folyamatokat elfedő változásokat idézett elő a növekvő mennyiségben kiadott N-műtrágya a csernozjom talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$  profiljának dinamikai változásában.

E változások azt mutatták, hogy az őszi búza vegetációs periódusában a csernozjom talaj  $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalmának őszi - télvégi maximum értékei a tenyészidő előrehaladtával jelentős mértékben csökkentek a búza tápanyagfelvétele és a nitrogénvesztések (le mosódás, fixáció stb.) miatt. A nagyadagú műtrágyakezelésekben ( $\text{N}_{180} + \text{PK}$  és az azt meghaladó adagoknál) magas  $\text{NO}_3$  értékeket (100-220 ppm) mértünk a vegetációs periódus során (túlzott N-pufferkapacitás), mely a növény szükségletén felüli tápanyagfelvételt is lehetővé tette a tápanyagfelvétel kritikus szakaszaiban. Ezt bizonyították az őszi búzafajták terméseredményei is, azaz a nagy termések (7-8 t/ha) eléréséhez szükséges, meg-

felelő hatékonyságú N-adag kevesebb volt, mint  $N_{180}+PK$ . Ez a tény összefüggésben van a csernozjom talajok kedvező természetes N-szolgáltató képességével.

Vizsgálati eredményeink szerint (2A ábra) az őszi búza optimális N-igényét (amely 120 kg/ha körül jelölhető meg, ha a különböző extrém modifikáló tényezők hatásától eltekintünk) meg nem haladó, a növény tápanyagfelvételi dinamikájához igazodó, szakszerű N-kijuttatás esetén N-akkumuláció a talajban nem következik be. A szakszerűtlen N-trágyázás esetén ugyanakkor számolnunk kell a növény által fel nem vett nitrogén talajban történő akkumulációjára, mely felhalmozódási szint csernozjom talajon 60-160 cm között jelölhető meg. Vizsgálataink azt is bizonyították, hogy a termesztett növény által fel nem vett  $NO_3$  mennyisége még a hazai éghajlati viszonyok mellett is fokozatosan az alsóbb talajréteg irányába mozdul el, így potenciális és effektív környezetszennyezési veszélyt jelent.

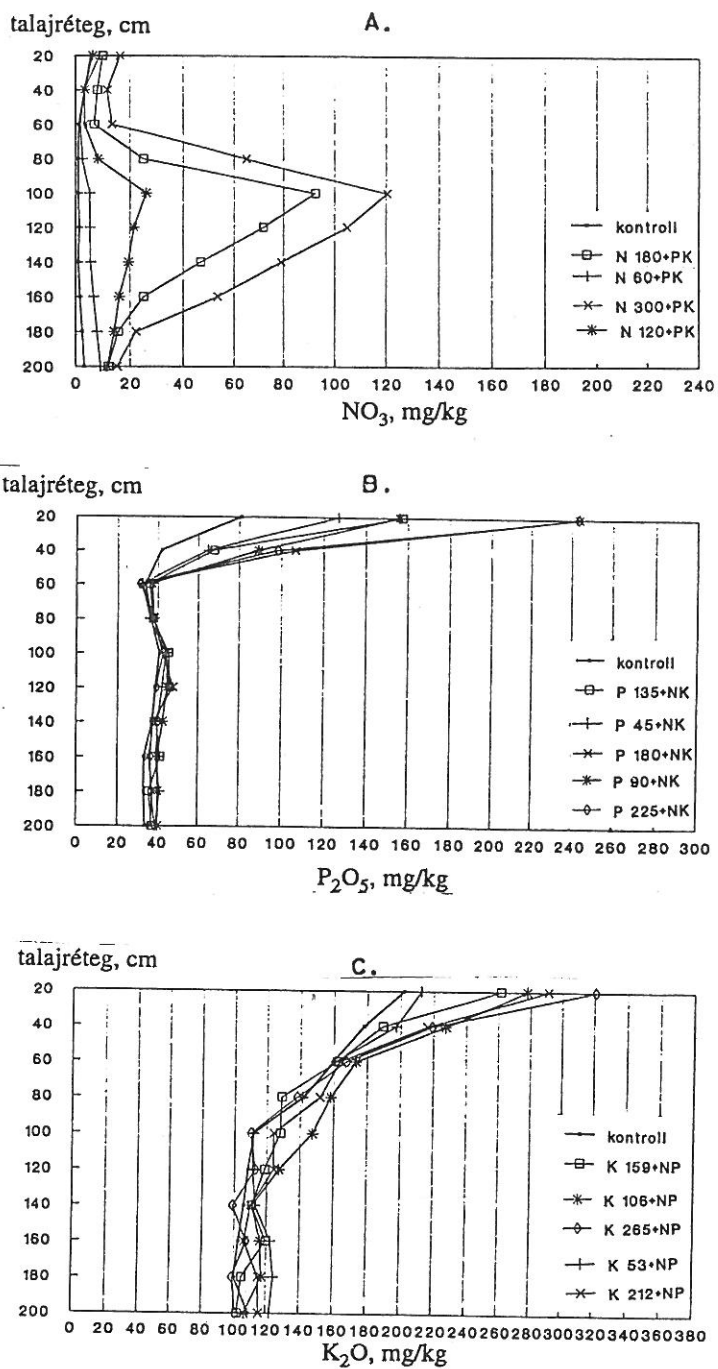
A tápanyagpótlás és környezetvédelem szempontjából egyaránt a foszfor és kálium kevesebb problémát jelentenek. Tartamkísérleteink eredményei szerint a foszfor és kálium növekvő műtrágyaadagjai a talajok P- és K-készletét fokozatosan - az alkalmazott trágyaadagtól függő mértékben - gyarapították, a talajbeli változások csernozjom talajon a felső 60 cm talajrétegben jelentek meg (2B, 2C ábra). A trágyázatlan kontrollhoz (80 ppm  $P_2O_5$  ill. 200 ppm  $K_2O$ ) viszonyítva a felső 20 cm-es talajrétegben - a több mint egy évtizedes tartamkísérletünk kezeléseiben - a talaj  $P_2O_5$ -tartalma 120-240 ppm-re, míg  $K_2O$ -tartalma 210-320 ppm-re növekedett a trágyakezelésektől függően.

Az alsóbb 40 cm-es talajrétegben a trágyakezelések okozta változások lényegesen kisebbek, míg a 60 cm-es rétegben a kontrollhoz viszonyított különbségek elhanyagolhatók, nem szignifikánsak. A csernozjom talaj P- és K-készletének növekvő műtrágyaadagok hatására bekövetkező gyarapodása, ezen elemek elhanyagolható mobilitása lehetőséget ad a feltöltő ill. periodikus műtrágyahasználatra.

### Összefoglalás

Több mint egy évtizedes tartamkísérletben vizsgáljuk a műtrágyázás hatását a csernozjom talaj nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmára őszi búza jelzőnövénynél. Kísérleti eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a termesztéstechnológia agronómiai és környezetvédelmi szempontjai harmonikusan összeegyeztethetők, amennyiben figyelembe vesszük a trágyázás során, hogy a trágyaadag nagyságát és a trágyázás hatékonyságát biológiai (genotípus), ökológiai és agrotechnikai tényezők együttesen, interaktív módon befolyásolják. Kiemelésre érdemes ebből a szempontból a biológiai tényező (4 fajtatípus a trágyareakció alapján).

A környezetbarát növénytermesztés szempontjából kiemelten fontos a N-trágyázás. Tudományos eredményeink azt bizonyították, hogy az őszi búza N-igé-



2. ábra

A talaj NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (A), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>-</sup> (B) és K<sub>2</sub>O<sup>-</sup> (C) tartalma talajrétegenként, mg/kg

nyét és N-felvételi dinamikáját kielégítő trágyázás esetén a  $\text{NO}_3\text{-N}$  akkumulációja a talajban nem következik be ( $\text{NO}_3\text{-N}$  kevesebb mint 20 ppm). A növény biológiai igényét meghaladó N-trágyázás specifikus N-felhalmozódást (60-100 cm talajrétegben 100-220 ppm  $\text{NO}_3$ ) eredményez a csernozjom talajban, amely a hazai arid éghajlati viszonyok mellett is potenciális és effektív környezet-szennyezési veszélyt jelent.

Tartamkísérleteink eredményei szerint a P- és K-trágyázás a trágyaadagtól függő mértékben növelte a csernozjom talaj felső talajszelvényének (0-60 cm) P- és K-készletét, mely változás elsősorban a 0-20 cm-es talajrétegben volt jelentős (kontrollkezelés 80 ppm  $\text{P}_2\text{O}_5$ , ill. 200 ppm  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma 120-240 ppm  $\text{P}_2\text{O}_5$ , ill. 210-320 ppm  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalomra növekedett).

### Irodalom

- AKENTÉVA, L. L., 1982. Vlijanie zapaszov vlagi na iszpol'zovanie azota iz pocsvü, effektivnoszt'azotnüh udobrenij i kacsesztvo uroszaja. *Agrohimija*. 7. 22-28.
- BERGSTRÖM, L. & BRINK, N., 1986. Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. *Plant and Soil*. 93. (3) 333-345.
- BURNS, I. G., 1977. Nitrate movement in soil and its agricultural significance. *Outlook*. 9. 144-148.
- DAMASKA, J., 1985. Hnojenia vymyváni živin v tuznych pudneekologických podmínkách. *Rostl. Vyroba*. 31. 1123-1130.
- HERBST, F. & STUMPE, H., 1984. Stickstoffverlust und Stickstoffwirkung bei Düngerausbringung im Herbst. *Arch. Acker u. Pflanzenbau u. Bodenkd*. 28. 603-609.
- KONOVALOV, N. D., 1988. Nakoplenie osznövnüh pitatel'nüh elementov v tipicsnüh csernozjemah v razul'tate szisztematicseszkogo primenenija udobrenij. *Agrohimija*. 3. 25-32.
- LAHKY, J., 1984. Sledovanie obsahu mineralného dusika v pode v porastoch ozimnych obilnin. *Uroda*. 32. 293-294.
- LOCH J., 1982. Agrokémia. Egyetemi jegyzet. Agrártud. Egyetem. Debrecen.
- LOCH, J. & JÁSZBERÉNYI, I., 1987. Effect of fertilization on the change of nitrate N content of soil profile. 5th International Symposium of CIEC, Balatonfüred. 2. 188-194.
- SMITH, C. M., 1975. Interpreting inorganic nitrogen soil test. In: *Soil Testing, Correlating and Interpreting the Analytical Results*. ASA Spec. Publ. 29.
- STRONG, W. M. & COOPER, J. E., 1980. Recovery of nitrogen by wheat from various depths in a cracking clay soil. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 20. 82-87.
- TAYNOR, J., 1980. Ideas about Soil and Plant Nutrition. 37-38. Kovak Books. Bakersfield.